

Modelos de Catenaria de Adif

Electrificación

En la Red Convencional de Adif hay instalados diferentes modelos de catenaria destacando por su implantación los modelos CA-160 y CA-220



- La catenaria es el nombre más habitual y extendido por el que se conoce la línea aérea de contacto (LAC)
- En la red convencional se gestionan más de 9.500 km de catenaria
- Los modelos de catenaria instalados en la red convencional CA-160 y CA-220 están alimentados a 3.000 V de corriente continua
- CA-160 es el tipo de catenaria más extendida por la Red Convencional, estando instalada en gran parte de las Cercanías de Madrid y Barcelona; CA-220 está instalada en gran parte del Corredor del Mediterráneo

Definición y clasificación

Uno de los elementos más llamativos y más genuinos del paisaje que la red ferroviaria dibuja por todo el territorio español es la línea aérea de contacto o catenaria.

Tal y como se recoge en la normativa europea, la línea aérea de contacto es la línea de contacto situada por encima o junto al límite superior del gálibo del vehículo, que suministra energía a unidades de tracción por medio de equipos de toma de corriente montados sobre el techo.

La línea aérea de contacto (LAC) es popularmente conocida como catenaria, debiendo su nombre a la curva que describe un cable cuando es suspendido desde la misma altura por sus dos extremos y está sometido a su propio peso y a cargas uniformemente distribuidas.

Existen diferentes clasificaciones de los tipos de línea aérea de contacto: en función de la composición (tranviaria, sencilla o compuesta), en función de la disposición de los conductores (poligonal, trapezoidal o inclinada), en función de la regulación de la tensión mecánica (sin regulación, con compensación de uno de los conductores, con compensación conjunta o con compensación independiente) y en función del sistema de alimentación (de corriente alterna o de corriente continua).

En Adif, además, se clasifican atendiendo a sus prestaciones, en función de la velocidad máxima de explotación para la que han sido diseñadas.



- Vista general de la línea aérea de contacto

Principales Elementos

Los principales elementos constituyentes de la línea aérea de contacto son los enumerados a continuación:

Conductores:

Hilos de contacto: son los conductores de la línea aérea de contacto con los que hacen contacto los aparatos de toma de corriente (pantógrafos).

Sustentador: es el conductor que soporta el peso de la catenaria y mantiene los hilos de contacto a una altura constante, mediante unos elementos verticales llamados péndolas.

Feeders de acompañamiento: son conductores contiguos a la línea aérea de contacto, que se conectan directamente a ella a intervalos frecuentes, para aumentar la sección transversal efectiva de la línea aérea de contacto.

Feeders de alimentación: son los conductores encargados de alimentar la catenaria desde las subestaciones.



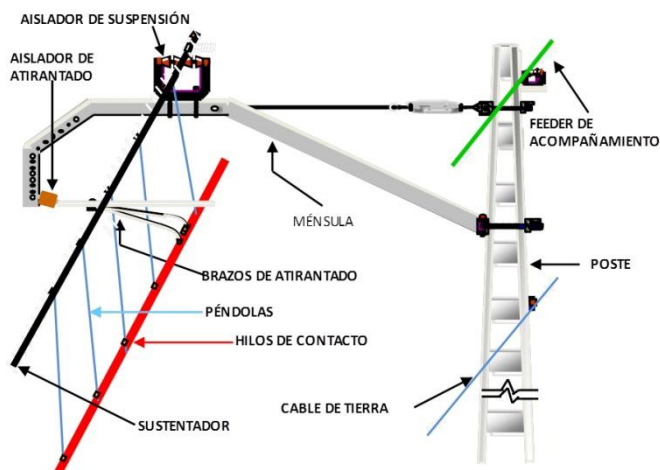
- Poste de línea aérea de contacto

Elementos de sustentación y apoyo

Postes: son los encargados de soportar la catenaria, van fijados al suelo mediante macizos de hormigón.

Ménsulas: son los elementos que permiten la colocación de la catenaria en la posición correcta, y suelen ir fijadas al poste.

Pórticos: son estructuras empleadas para soportar la catenaria cuando hay problemas de gálibo para montar postes independientes, permitiendo el apoyo de varias catenarias sobre el mismo.



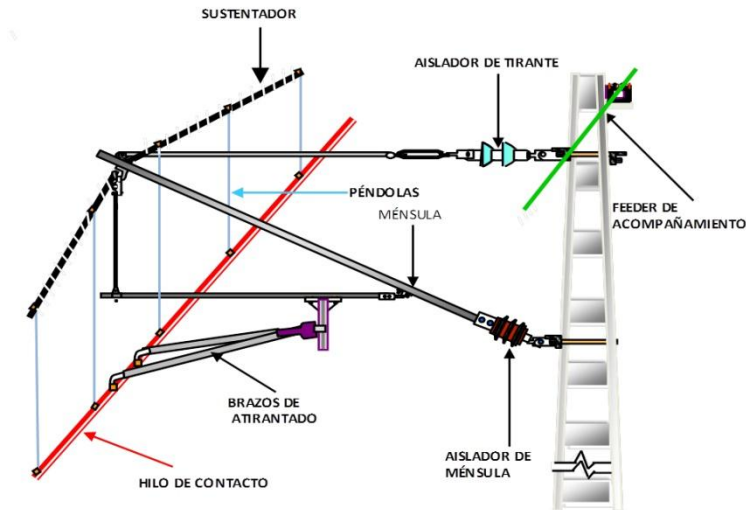
- Principales elementos en distintos tipos de línea aérea de contacto

Elementos de protección

Aisladores: son los encargados de aislar eléctricamente los conductores de la catenaria de los apoyos y tierra.

Seccionadores: empleados para separar o unir eléctricamente distintos tramos de catenaria.

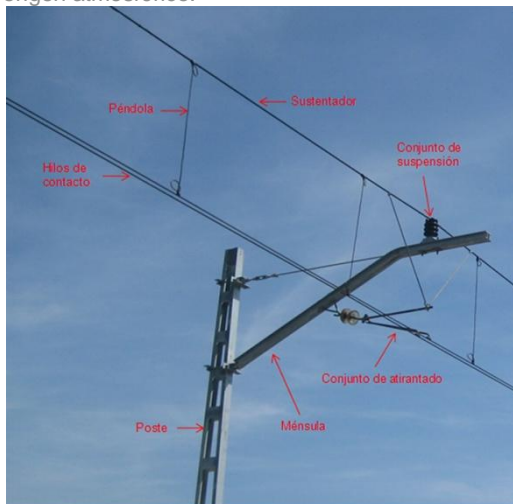
Aisladores de sección: empleados para separar eléctricamente unas vías de otras, formando paquetes de vías.



- Principales elementos en distintos tipos de línea aérea de contacto

Cable de tierra: encargado de unir todos los soportes de catenaria y mantenerlos al mismo potencial.

Pararrayos: encargados de proteger a la línea aérea de contacto frente a sobretensiones, principalmente de origen atmosférico.



- Principales elementos de la línea aérea de contacto

Características Básicas

La línea aérea de contacto se define mediante una serie de parámetros característicos, que se pueden dividir en tres grandes categorías:

Características Geométricas:

Altura del sistema: distancia vertical entre el sustentador y el hilo de contacto en el apoyo.

Altura del hilo de contacto: distancia vertical desde el plano medio de rodadura hasta el punto inferior del hilo de contacto.

Descentramiento del hilo de contacto: distancia horizontal que existe entre el eje de la vía y el hilo de contacto en el apoyo, para evitar el desgaste puntual en el centro del pantógrafo.

Pendiente: es la variación de altura del hilo de contacto entre dos puntos consecutivos. Existen unos valores normalizados de pendiente máxima y de variación de la pendiente del hilo de contacto en función de la velocidad, para garantizar la correcta captación de la energía eléctrica por el pantógrafo.

Elevación máxima del hilo de contacto: máxima elevación que pueden sufrir los hilos de contacto al paso del pantógrafo.

Flecha del hilo de contacto: para contrarrestar el efecto de la variación excesiva de la elevación de los hilos entre el apoyo y el centro del vano

Características **Eléctricas**:

Resistencia o impedancia del circuito: resistencia total de la catenaria más los feeders de acompañamiento y la resistencia del circuito de retorno, compuesto generalmente por los carriles y, en ocasiones, conductores de retorno.

Corriente máxima: es la intensidad máxima que puede circular por la catenaria y viene determinada por la temperatura máxima admisible de sus conductores y las condiciones ambientales.

Tensiones normalizadas: la normativa europea determina las tensiones nominales normalizadas que se pueden emplear para la tracción eléctrica, tanto para corriente alterna (15.000 V y 25.000 V) como para corriente continua (750 V, 1.500 V y 3.000 V), así como las tensiones máximas y mínimas admisibles para cada uno de los niveles de tensión.



- Equipo de regulación de la tensión mecánica

Aparatos de toma de corriente

La función principal de la línea aérea de contacto es suministrar energía eléctrica desde subestaciones a unidades motrices eléctricas. Para que este proceso pueda llevarse a cabo, además de la línea aérea de contacto, por la que circula la energía eléctrica desde las subestaciones, es necesaria la existencia de aparatos de toma de corriente en las unidades motrices.

Los aparatos de toma de corriente son equipos instalados en un vehículo para la toma de corriente proveniente de un hilo de contacto. Para las líneas aéreas de contacto el aparato de toma de corriente empleado es el conocido como pantógrafo.

La normativa europea define el pantógrafo como el aparato para la toma de corriente de uno o más hilos de contacto, formado por un dispositivo articulado que permite el desplazamiento vertical de la cabeza del pantógrafo.



- Pantógrafo en contacto con la catenaria

Pantógrafo

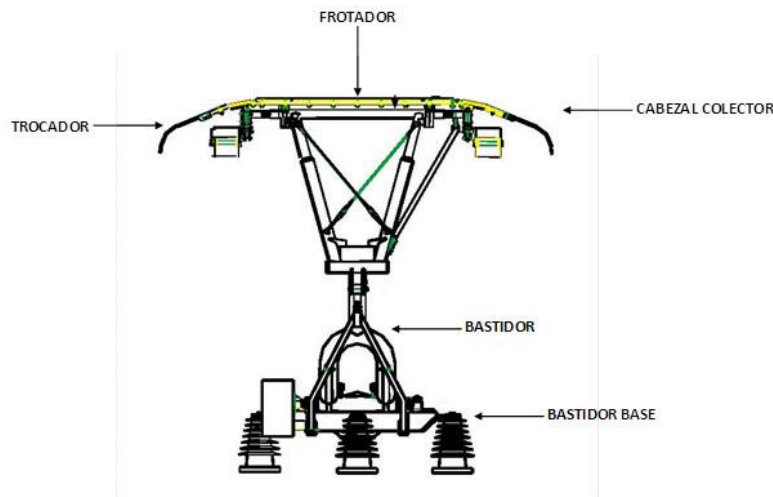
Las partes fundamentales del pantógrafo son las siguientes:

Bastidor base: parte fija del pantógrafo que soporta el bastidor y va montada sobre aisladores fijados al techo del vehículo.

Bastidor: Estructura articulada que permite que el cabezal colector se mueva en dirección vertical con respecto al bastidor base del pantógrafo.

Cabezal colector: parte del pantógrafo soportada por el bastidor que incluye las tiras de contacto (piezas de desgaste sustituible que constituyen la interfaz con la línea aérea, también conocidas como frotadores), los cuernos (extremos del cabezal colector que aseguran un paso suave al hilo de contacto, también conocidas como trocadores) y puede incluir una suspensión.

Sistema operativo: dispositivo que suministra una fuerza para elevar o bajar el pantógrafo.



- Partes fundamentales del pantógrafo

Electrificación de la Red de Adif

Adif gestiona 13.945 km de Red Ferroviaria, de los cuáles 2.183 km corresponden a la Red de Alta Velocidad y 11.762 km corresponden a la Red Convencional.

La Red gestionada por Adif cuenta con más de 8.000 km de líneas electrificadas, siendo gran parte de estas líneas de vía doble, lo que supone más de 14.000 km de línea aérea de contacto.

Dentro de las líneas pertenecientes a Red Convencional se gestionan más de 9.500 km de línea aérea de contacto.

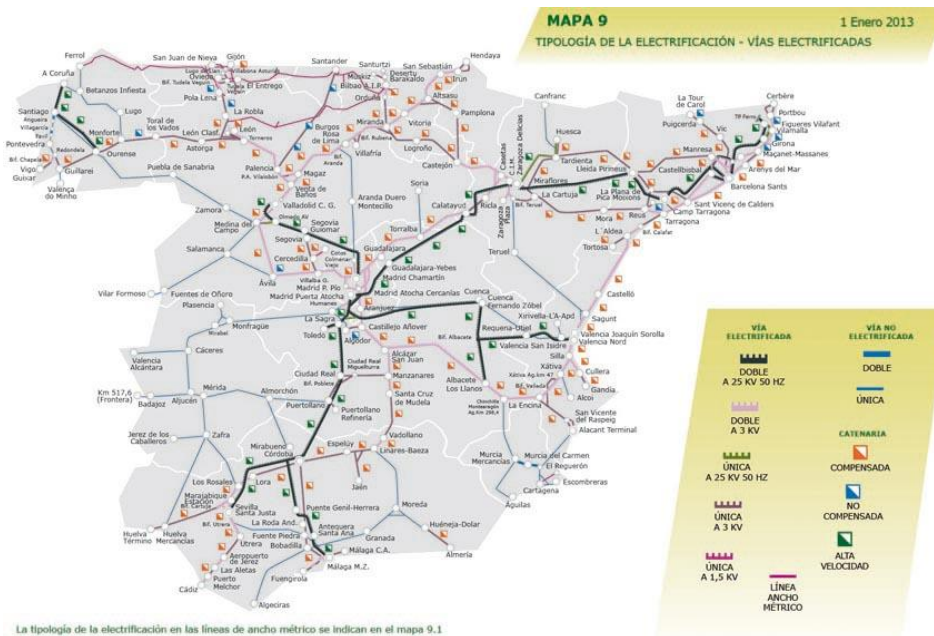


- Pórtico Rígido de línea aérea de contacto

En la red ferroviaria se emplean dos tipos fundamentales de sistemas de alimentación:

Corriente continua: este sistema se ha empleado históricamente para la Red Convencional, con una tensión nominal de 3.000 V y excepcionalmente en algunas líneas de 1.500 V.

Corriente alterna: se emplea normalmente para las líneas de Alta Velocidad, aunque su uso se está extendiendo a las nuevas líneas Convencionales. La tensión empleada es de 25.000 V a 50 Hz.



- [Enlace a la sección de la web dedicada a la Declaración sobre la Red 2013](#)

Modelos de catenaria en Red Convencional de Adif

El modelo de línea aérea de contacto utilizado tradicionalmente en Red Convencional está basado en el desarrollo que la antigua RENFE propició en un inicio, a partir de un concurso de anteproyectos en el año 1953, obteniendo lo que se denominó catenaria tipo RENFE. Sobre este modelo inicial se han ido produciendo diversas modificaciones y actualizaciones que se fueron recogiendo en lo que se denominó "Memorando Línea Aérea de Contacto Tipo RENFE" y hoy se conoce como "Libro Línea Aérea de Contacto CA-160 / CA-220", en el que se desarrolla la Memoria de características y el despiece de todos los componentes.

En la Red Convencional de Adif hay diferentes modelos de catenaria que se han instalado a lo largo de los años, siendo los más extendidos los denominados CA-160 y CA-220.

Ambas catenarias son:

- Sencillas: compuestas por un sustentador y dos hilos de contacto.
- Rectas y poligonales: sustentador, péndolas e hilos de contacto están en el mismo plano vertical respecto a la vía. Para evitar el desgaste puntual del pantógrafo en su punto central, la catenaria se va desplazando a uno y otro lado del eje de la vía, formando una línea poligonal, lo que se conoce como descentramiento.
- Con compensación independiente de la tensión mecánica de sustentador e hilos de contacto: para contrarrestar el efecto de los cambios de temperatura en la longitud de los conductores y conseguir mantener la tensión mecánica de los conductores constante, se divide la catenaria en cantones y en ambos extremos de los mismos se montan equipos de regulación de la tensión mecánica de forma independiente para el sustentador y para los hilos de contacto.
- Alimentadas a 3.000 V de corriente continua.



- Vista general líneas aéreas de contacto en estación

Modelo de catenaria CA-160

Las principales características son las siguientes:

- Velocidad de diseño: 160 km/h
- Composición:

Sustentador: Cu 150 mm², Hilos de contacto: 2 x Cu 107 mm²

- Tensiones mecánicas de montaje:

Sustentador: 14.250 N, Hilos de contacto: 10.500 N

- Alturas nominales:

Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m

- Pendiente máxima de los hilos de contacto:

Pendiente máxima: 2 ‰, Variación de pendiente máxima: 1 ‰

- Descentramiento: ± 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm): $0,6 \times \text{Vano} / 1000$
- Ménsulas: tipo celosía.

Este tipo de catenaria es la más extendida y se encuentra instalada en las líneas Madrid – Guadalajara, Madrid – Alcázar, y en gran parte de las líneas de Cercanías de Madrid y Barcelona,...etc.



- Catenaria tipo CA-160

Modelo de catenaria CA-220

Las principales características son las siguientes:

- Velocidad de diseño: 220 km/h
- Composición:

Sustentador: Cu 185 mm², Hilos de contacto: 2 x Cu-Ag 0,1 – 150 mm², Feeder de acompañamiento: Cu 240 mm²

- Tensiones mecánicas de montaje:

Sustentador: 24.750 N, Hilos de contacto: 18.750 N

- Alturas nominales:

Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m

- Pendiente máxima de los hilos de contacto:

Pendiente máxima: 1 ‰, Variación de pendiente máxima: 0,5 ‰

- Descentramiento: ± 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm): $0,5 \times \text{Vano} / 1000$
- Ménsulas: tipo tubular

Este tipo de catenaria se encuentra instalada en gran parte del Corredor del Mediterráneo, en la línea Alcázar – Valencia,...etc.



- Bibliografía: Manuel Carmona Suárez y Mercedes de la Torre Ayuso. Subdirección de Energía. Dirección de Operaciones e Ingeniería de Red Convencional. Dirección de Comunicación